

REVISTA BRASILEIRA DE GEOGRAFIA

Ano VI

ABRIL-JUNHO DE 1944

N.º 2

PROBLEMAS MORFOLÓGICOS DO BRASIL TROPICAL ATLÂNTICO

Prof Emmanuel De Martonne

Director do Instituto de Geografia da Universidade de Paris — Secretário geral da União Geográfica Internacional

(Segundo artigo)

(Est IV - VII.¹)

II — O MODELADO TROPICAL

É muito viva no Brasil tropical atlântico a impressão de um modelado original, diferente do das regiões temperadas européias. O viajante é sobretudo surpreendido pelos pontões rochosos com paredões vertiginosos surgindo do manto florestal ou se erguendo ao pé do mar, como o famoso Pão de Açúcar, sentinela que guarda a entrada da enseada do Rio de Janeiro (est. IV, B). Na realidade, trata-se, apenas, de um detalhe particularmente pitoresco. Quantas outras singularidades deveriam ser explicadas: a larga secção dos vales, mesmo com vertentes de forte declive em que a rocha não aflora, é notável a raridade das gargantas, dos cones de dejeção e dos terraços, sobretudo nas serras litorâneas.

Um estudo destes problemas pode beneficiar-se de certas condições favoráveis: o clima é bastante conhecido nos Estados de São Paulo e Minas e nas redondezas da Capital Federal; uma grande atividade desenvolvida para a construção de estradas de ferro e de rodagem, no Estado de São Paulo, oferece a ocasião de examinar numerosos cortes bastante profundos, a progressão do arroteamento e da colonização foi constante do XIX ao XX século, e suas etapas são suficientemente conhecidas para que se possam notar suas consequências na formação do solo e do modelado, enfim, bons estudos já foram consagrados à alteração das rochas no Brasil: o mais antigo

¹ Os acontecimentos do verão de 1940, tendo acarretado um novo arranjo dos números do *Annales de Géographie* em preparação, acontece que as estampas fora de texto do presente artigo são as estampas IV a VII, enquanto que as estampas II e III aparecerão apenas num número ulterior. Que nossos leitores nos desculpem

e não o menos importante é a memória de BRANNER, que data de cerca de meio século,² os mais notáveis pela precisão numérica são os de W. FREISE.³

A — OS CLIMAS

Antes de tudo, é preciso definir as condições climáticas, que estão longe de ser idênticas em tôda a extensão dos territórios considerados (a mesma que no primeiro artigo consagrado à estrutura do Brasil tropical atlântico⁴). Consultando os escritos, já bastante numerosos, em que são analisados os processos do modelado em diversas regiões da zona quente, fica-se surpreendido ao constatar como raramente os autores se deram ao trabalho de fixar, por meio de dados meteorológicos, o tipo de clima existente nas regiões onde realizaram suas observações; parece mesmo, que surgiram observações contraditórias, às vêzes de um mesmo autor, feitas na realidade em climas bastante diferentes.⁵ O botânico que nos apresenta um quadro das formas de vegetação não deixa de fixar os valores médios e as variações da temperatura, da insolação, da chuva, da umidade atmosférica. A morfologia do relêvo reclamaria um mesmo cuidado de precisão, sempre que as observações meteorológicas regulares o permitissem.

Não se trata, sem dúvida, de um estudo completo do clima, levado até à análise dinâmica, mas de caracterizar os fenômenos que mais influem sobre os processos morfológicos, e êstes fenômenos não têm sempre a mesma importância. As observações meteorológicas nem sempre nos instruem sobre o que mais nos interessaria conhecer, tais como: a insolação, a intensidade local e temporária das precipitações ou mesmo simplesmente sua intensidade média (que se poderia definir como o quociente do total de chuvas anuais pelo número de dias de chuva), a umidade do solo (de que se poderia ter uma idéia por uma função das chuvas e da temperatura, do tipo do índice de aridez). Nas regiões tropicais, as variações das precipitações e de umidade têm um papel preponderante tanto na morfologia como na hidrografia e biogeografia.

Os territórios do Brasil tropical aí considerados são bastante extensos e bastante acidentados para que seja necessário distinguir numerosos climas: o das serras litorâneas, o dos planaltos interiores situados além da Mantiqueira e, enfim, o das montanhas que ultrapassam 2' 000 m.

² J. BRANNER, *Decomposition of rocks in Brazil* (*Bull Geol Soc of America*, VII, 1890, pág 256)

³ W. FREISE, *Brasilianische Zuckerhutberge* (*Zeitschrift für Geomorphologie*, VIII, 1933, págs. 49-66) — *Erscheinungen des Erdfließens im Tropenwalde, Beobachtungen am Brasilianischen Küstenvald* (*Ibid*, Leipzig, 1935) — *Bodenverkrustungen in Brazil* (*Ibid*, IX, 1936, págs 233-248).

⁴ *Ver Annales de Géographie*, XLIX, janeiro-março 1940, págs. 1-23, carta fora de texto, est I — (N R — Ver ainda REVISTA BRASILEIRA DE GEOGRAFIA, ano V, n° 4).

⁵ É principalmente o caso na memória de J BRANNER, em que numerosas e preciosas observações acumuladas se relacionam ora com a região florestal, ora com a zona interior mais seca

Serras litorâneas — Não obstante a latitude, reina aí um clima com calor e umidade relativamente elevados. Os degraus da serra do Mar e da Mantiqueira são bastante abruptos para aumentar em tôda estação as precipitações, sem serem bastante poderosos para abaixar consideravelmente as temperaturas, salvo em alguns maciços que ultrapassam 2 000 m.

À beira mar recolhe-se em média 1 500 a 1 600 mm de chuva⁶ e a queda de um ou dois totais mensais abaixo de 100 mm não é suficiente para que o índice de aridez caia abaixo de 20, malgrado uma temperatura média sempre superior a 19°. A umidade relativa permanece sempre elevada (média mensal mais baixa: 74 ou 75 no Rio ou Santos); o céu está encoberto um dia dentre três e a cerração torna às vêzes difícil o acesso à enseada do Rio. *

Logo que se sobe as encostas, as precipitações aumentam. Duplicam do Rio a Petrópolis (1 126 mm) e aproximam-se de 4 metros (3 596 mm) no Alto da Serra (800 m), na estrada de ferro de Santos a São Paulo. Não há, aliás, mudanças do regime, e a baixa de temperatura, suficiente para que seis meses estejam entre 15° e 20°, contribui para manter o índice de aridez sempre acima de 20°. Em Teresópolis, a nebulosidade média é de 7/10 e, com uma média de 175 dias de céu encoberto, pode-se contar com uma probabilidade em duas de ver do Rio o perfil da cadeia dos Órgãos, ou reciprocamente, de contemplar do ponto de observação da Independência, o admirável panorama da barra.

Mais ao norte, faltam dados meteorológicos do Estado do Espírito Santo, porém o vigor da floresta não deixa nenhuma dúvida sobre condições análogas de umidade e de calor. Na Bahia, a temperatura média apenas ganhou um grau (24°,8), as chuvas são quase tão abundantes como em Santos (1 937 mm) e, mesmo em janeiro, o índice de aridez não desce a 20.

Pode-se concluir que o domínio das serras litorâneas está sob a influência de um clima quase constantemente quente e úmido, em que a floresta de árvores sempre verdes, com epífitas e cipós, deve naturalmente cobrir todos os declives em que a rocha pode normalmente desaparecer sob as arenas profundas impregnadas d'água a maior parte do ano

Os grandes espaços descobertos são atribuíveis, sem dúvida, à ação do homem, só existem nos planaltos ondulados, onde a circulação e as culturas são fáceis, como em tórno de São Paulo e ao longo do Paraíba médio. Deve-se, contudo, notar, que êstes distritos são, devido ao próprio relêvo, menos úmidos do que os degraus voltados para o oceano; depois de ter sofrido uma distensão ao galgar a serra do Mar,

⁶ A posição do Rio de Janeiro na sua baía não é, na realidade, fronteira ao mar e o anteparo da cadeia que fecha sua baía abaixa, anormalmente, o total de chuvas para 1 100 mm. O total é quase o dôblo (2 084 mm) em Santos, situado justamente ao pé da serra do Mar e sem abrigo; o número de dias chuvosos é entretanto mais ou menos o mesmo nas duas localidades

* NR — Após o aparecimento dêste artigo, foi editada pelo Serviço de Meteorologia do Ministério da Agricultura a publicação *Normais Climatológicas* (1941), cujos dados nem sempre coincidem com os apresentados pelo autor, que, naturalmente, não os teve à sua disposição.

a condensação só recomeça no degrau da Mantiqueira. O Paraíba está mesmo relativamente abrigado pelos blocos que sobressaem mais fortemente da serra do Mar. Dêsse modo, São Paulo pode receber menos de 1 500 mm (1 428)

Planaltos interiores — Para além da Mantiqueira, o efeito do anteparo ainda é mais acentuado; Campinas e Piracicaba, na depressão subsequente permiana, não recebem muito mais do que 1 300 mm de chuva. Em Ribeirão Preto, esboça-se uma estação seca, com quatro meses de índice de aridez inferior a 20, uma umidade relativa vizinha de 50 e uma nebulosidade de 3 a 4 por 10. É o regime que vai dominar em todos os planaltos do norte de São Paulo e do sul de Minas Gerais, onde as altitudes oscilam em torno de 1 000 m e onde a distância ao oceano é de muitas centenas de quilômetros

Malgrado os totais de chuvas anuais, quase em todos os lugares superiores a 1 500 mm (Uberaba, 1 500; Caxambu, 1 546, Belo Horizonte, 1 500; Cachoeira do Campo, 1 550, etc.), e uma média termométrica anual inferior a 20° para as altitudes de mais de 900 m, há em toda a extensão dos planaltos interiores uma estação seca, com quatro a cinco meses recebendo menos de 50 mm de chuva, três a quatro meses em que o índice de aridez é inferior a 20, e um ou dois em que fica inferior a 10.

É um clima tropical, quase normal, aproximando-se do clima sudanês na África, cujo limite parece ser aproximadamente o da bacia do rio Grande. Percebe-se-o ao ver a floresta refugiar-se nas cavidades dos vales e o campo estender-se nas suaves ondulações dos planaltos, não somente além da crista da Mantiqueira, mas a partir do momento em que são ultrapassados os degraus menos elevados que dominam o baixo Paraíba ou o rio Doce

Quanto mais se avança para o norte, mais a aridez aumenta. Firma-se ao norte de Belo Horizonte, na direção da Lagoa Santa, na bacia superior do rio São Francisco. Em Curvelo, o total anual dos dias de chuva está reduzido a 90, a média da nebulosidade a 3,7, a da umidade relativa a 71; cinco meses recebem menos de 50 mm, com uma nebulosidade inferior a 3. Não é somente o terreno calcáreo que explica a extensão de uma floresta de tipos xerófilos, já lembrando a caatinga.

É, em suma possível, nos limites dêsse estudo, compreender nitidamente o contraste entre dois climas tropicais, um com temperatura sempre bastante elevada e com umidade constante, cujo domínio é o das serras litorâneas até a Mantiqueira e nascentes do rio Grande; outro mais parecido com o tipo normal que é encontrado na África nas mesmas latitudes, mais continental, porém oferecendo sobretudo uma verdadeira estação seca, que reina no interior, mas que começa a esboçar-se nos lugares em que o relêvo tem um papel de anteparo.

A alta montanha — As altitudes que ultrapassam 1 500 m não são negligenciáveis no domínio das serras litorâneas e aparecem mesmo no Estado de Minas, na direção de Ouro Preto. A diferença de temperatura entre o Rio e as estações vizinhas (Resende a 400 m, Petrópolis a 800) provoca uma diminuição de $0^{\circ},60$ a $0^{\circ},67$ por 100 m; logo, a 2 000 m não há possibilidade de haver um clima quente. A essa altitude dever-se-ia esperar precipitações muito abundantes; entretanto os altos cumes são descobertos, apresentando mesmo, às vezes, o aspecto de desertos de pedra, como o de Itatiaia.

É uma felicidade ter-se, ao menos nesse último maciço, uma estação meteorológica em que as temperaturas e as precipitações são registradas há mais de quinze anos. A altitude que lhe é atribuída (2 280 m) está exagerada em mais de 100 m, considerando a correção que diversas triangulações concordantes realizaram no pico das Agulhas Negras.* A média anual das temperaturas é de 11° para 2 000 — 2 100 m. As precipitações só são ligeiramente superiores às de Petrópolis (a 800 m acima da baía do Rio), e sua curvatura é muito sensível (quatro meses recebendo apenas 50 mm). Mas êsses são os meses de inverno, em que a média termométrica é inferior a 10° e em que mínimos de -2° não são raros. Também os índices de aridez permanecem superiores a 20. Entretanto, a altitude e os ventos aumentam a evaporação e, de maio a setembro, a alta montanha é relativamente seca, as médias mensais oscilam de 3,8 a 4,5 para a nebulosidade, de 62 a 68 para a umidade relativa, enquanto que há apenas seis a oito dias de precipitações. Trata-se freqüentemente de saraivas, e a neve cobriu muitas vezes os declives das Agulhas Negras por mais de uma semana.

Restam pois, ilhotas de clima tropical de altitude, aproximando-se do clima continental dos planaltos interiores pela existência de uma estação seca, de climas temperados pela existência de um verdadeiro inverno, sem que se possa falar de verão, pois janeiro e fevereiro acusam apenas $13^{\circ},3$ de média e recebem enormes precipitações (306 e 387 mm) em que a saraiva pode ainda influir. A decomposição química deve ser menos ativa, a desagregação mecânica das rochas mais eficaz do que nas pequenas altitudes. É preciso contar aqui com processos morfológicos originais, talvez mesmo se possam descontar os efeitos de um clima nival, senão glaciário, na época quaternária.

B — O MODELADO DAS SERRAS LITORÂNEAS

As formas mais originais apresentam-se no domínio das serras litorâneas, as mais surpreendentes, em todo caso, para o europeu. Não se poderia compreendê-las sem considerar o clima que acaba de ser definido, mas também a estrutura e a hipsometria, descritas num primeiro artigo. Lembremo-nos que se trata de uma região de rochas

* N.R. — Na publicação *Normais Climatológicas* (1941), do Serviço de Meteorologia, figura a altitude de 2 199 m para a estação meteorológica denominada "Alto do Itatiaia"

crystalinas, sobretudo alcalinas, à qual movimentos de solo recentes impuseram a aparência de uma série de degraus ou de blocos com desnivelamentos que atingem 1 000 m.

Não há viajante que não fique surpreendido com os "pães de açúcar". Porém o fenômeno geral mais importante, que domina toda a morfologia, é a largura da secção dos vales, apesar do forte declive das vertentes. As condições hipsométricas e estruturais pareceriam determinar a presença de gargantas selvagens, entalhando a borda dos degraus tectônicos, como os grandiosos degraus de Cévennes, ou o riacho Héric cortando como a golpe de sabre o Espinouse a 800 m de profundidade. Nem a Mantiqueira, nem a serra do Mar oferecem algo de semelhante, nem mesmo na cadeia dos Órgãos. Os poucos vales que aí se afundam, iniciando uma dessecação do degrau que está voltado para o oceano, rapidamente acabam num beco sem saída, em que se encontram vertentes escarpadas nas quais as águas caem em forma de cascata ou correm sob forma de regos que mal arranham o solo.

Sem dúvida, o degrau tectônico deve ser considerado como sendo de data relativamente recente, e os gnaisses lenticulares constituem uma rocha cristalina particularmente resistente; em condições análogas, na França a dessecação está mais adiantada, os entalhes são mais vigorosos e mais profundos. O clima é a diferença essencial.

Além dos grandes abruptos tectônicos, os vales, provavelmente epigênicos, que cortam os blocos entre bacias pliocenas, são frequentemente qualificados como gargantas; na realidade, o declive das vertentes jamais atinge aí 45°, mesmo no Tietê, atravessando a serra de Japi ou no Paraíba inferior; a impressão de encaixamento tornou-se mais viva pela raridade do fenômeno.

Se a maioria das folhas da carta a 1:100 000 de São Paulo mostra apenas uma topografia sem caráter próprio, enquanto que os grandes acidentes estão bem representados, isso se passa não somente pelo fato dos levantamentos terem sido bastante rápidos; na realidade, o aspecto dominante é o de um labirinto de bossas arredondadas e de pequenos vales com fundo frequentemente úmido, se bem que as vertentes tenham um declive bastante pronunciado: é o que o brasileiro chama de mar de morros.

Tal é, nas suas linhas gerais, o modelado da região das serras atlânticas, onde parecem singularmente associados os caracteres de juventude e de maturidade.

A análise pode ser levada mais longe, procurando-se distinguir as formas elementares em que se revelam os próprios processos do modelado. Constatações igualmente desconcertantes se impõem.

Erosão e acumulação são consideradas como dois fenômenos conexos. Pela multiplicação dos cones de dejeção, medimos o vigor do ataque no relêvo alpino; ao pé do abrupto do Espinouse não faltam os espessos cones de seixos grosseiros trazidos pelas torrentes que abrem profundos cortes na escarpa. Procuram-se acumulações semelhantes

ao pé da serra do Mar. A estrada de Santos a São Paulo é obrigada a atacar bruscamente a muralha sem ganhar com isso mais do que alguns metros, o mesmo acontece na rodovia por onde sobem os autos dos funcionários do Rio apressando-se à noite na ida para Petrópolis. Poder-se-ia, talvez, invocar a imersão recente quer da baía do Rio, quer dos charcos com mangues que cercam Santos. Mas ao pé da serra da Mantiqueira que domina o curso do Paraíba médio, pode ser notada a mesma ausência de aluviões grosseiros. Nota-se como uma exceção o largo cone de dejeção do Maromba espalhado até Homem de Melo; exceção que se explica quando se remonta às suas fontes no coração do estranho maciço de Itatiaia, cujos cumes, aproximando-se de 2 800 m num clima que não é mais tropical, fornecem abundantes detritos.

Se as acumulações aluviais nos confluente não existem na vizinhança dos grandes abruptos tectônicos, parece que também são raras ao longo dos rios mais importantes. Acostumado a ver os terraços acompanharem quase que todos os cursos d'água, o europeu decepciona-se ao encontrar poucos desses exemplos. Acumulações locais podem estar cortadas em alguns quilômetros, quer se tratem de deslizamentos ao pé das vertentes, ou, numa escala maior, do cone de dejeção do Maromba. Extensas superfícies planas acompanhando um rio só são conhecidas nas bacias pliocenas, como no Paraíba médio em São José dos Campos e em Resende, e no próprio Tietê para jusante de São Paulo; trata-se antes de planícies de erosão num material móvel, no qual os pequenos seixos formam apenas uma película mínima.

Dêsse modo se é levado a perguntar quais são as condições de erosão e de transporte nos leitos dos cursos d'água. Seguindo-se os rios principais, fica-se surpreendido pela freqüência de rápidos. Entretanto os declives médios continuam modestos, pois aparecem, mais ou menos desenvolvidas segundo o relêvo, secções de declive muito fraco, com meandros muito contornados. Perto dos rápidos, procuram-se no leito, parcialmente descoberto nas baixas águas, os testemunhos ordinários da erosão: seixos rolados, rochas atacadas por marmitas. É muito raro encontrá-los... A rocha freqüentemente está polida, e, na ausência de cascalhos, são em geral os bancos de areia que se apóiam à montante das barras de quartzitos ou de gnaisses. ✕

Eis-nos em presença de uma série de constatações singulares, algumas das quais aparentemente contraditórias. Podem, entretanto, ser esclarecidas ao considerarem-se as condições do modelado das vertentes num clima quente e quase que constantemente úmido. Nos lugares em que existem águas correntes, o modelado de erosão é o resultado de três processos estreitamente solidários: escavação do talvegue, erosão das vertentes, evacuação dos resíduos; cada um controla os dois outros; a própria erosão do leito fluvial depende, não somente do declive e da descarga, como também do volume de resíduos a serem transportados e êsses formam-se sobretudo pela erosão das vertentes. Dêsse recortamento, que tende a reduzir o declive, participam a desagregação mecânica e a decomposição química, que transformam a rocha até uma certa profundidade

num agregado móvel; e diversos processos que conduzem para o talvez as partículas libertadas: escoamento superficial ou ravinamento, deslizamento dos resíduos, ou mesmo escoamento das soluções mais ou menos saturadas.

Um regime de temperaturas constantemente superiores a 20°, com precipitações mensais ultrapassando sempre 100 mm, índices de aridez todos superiores a 20, umidade atmosférica de mais de 75 % e nevoeiros bastante freqüentes, representa um meio tão diferente do da zona temperada, como do dos climas quentes e secos. Aí deve ser muito mais ativa a decomposição química e pode ser considerada como o fator essencial; a rocha apresenta-se alterada em profundidade dez vezes maior, e é tal a massa de detritos em deslizamento, que se deve ter em vista uma considerável perda de substância pelo escoamento das águas que a embebem.

A observação confirma essas deduções. Todos os viajantes ficaram surpreendidos com a espessura das arenas que constantemente velam a rocha. BRANNER acumulou notas precisas a êsse respeito, citando casos em que a rocha sã foi encontrada a 80 m. As rodovias e estradas de ferro recentemente abertas através da serra do Mar, principalmente a estrada de ferro Mayrink-Santos,⁷ permitem constatações do mesmo gênero

Diante dessas valas que cortam em 30 e 40 m a arena laterítica de tonalidades variegadas, explica-se o espetáculo surpreendente das vertentes revestidas de alto a baixo pela espessa floresta tropical de cipós e epífitas (cf. 1.º artigo, estampa XIV, A). Produto do solo, essa floresta o protege e participa de sua vida, que é, mais do que nos climas temperados, uma função da própria evolução das formas do relêvo.

Tudo pode parecer imóvel nesses grandes declives sem saliências visíveis, sem afloramentos rochosos, em que somente às vezes brilha a fita de prata de uma cascata. Entretanto, qualquer corte bastante profundo mostra a série de zonas de alteração laterítica tal como foi descrita na África:⁸ zona superficial humífera atravessada pelas raízes, zona de côres vivas, vermelha em cima e branca em baixo, ou variegada irregularmente, de aparência argilosa ou finamente granulada, em que desapareceu todo traço da estrutura da rocha matriz; em seguida, a uma profundidade muito variável, a zona de separação em que essa estrutura é freqüentemente visível, mas onde os minerais não são mais do que esqueletos; essa última zona penetra na rocha sob a forma de bolsões que contêm, por sua vez, grandes pedaços de rocha.⁹ Num semelhante corte pode ser lida a vida do solo que se renova constantemente pela alteração da rocha, devida essencialmente à hidratação dos silicatos sob

⁷ Foi-me possível seguir todo o corte, graças ao obséquio do diretor da Companhia Sorocabana, assim como pude estudar a estrada em construção (em 1937) de Caraguatatuba

⁸ Particularmente para LACROIX, *Les latérites de la Guinée* — (*Nouv Arch Mus Hist Nat*, 1914), e J. D. FALCONER, *The Geology and Geography of Northern Nigeria*, Londres, 1911, e recentemente, SCAETTA, *Recherches en Afrique Occidentale Française Les cuirasses latéritiques* (*C R Soc. de Biogéographie*, 1938, págs 14-18 e 26-29) No Brasil, a questão só foi trazida, a nosso conhecimento, por FREIBERG, *Die Lateritoberfläche im Landschaftsbild von Rio de Janeiro*, 1926, e J. R. GINNAZU, *Algunas observaciones sobre geomorfologia, solo y clima de Rio de Janeiro* (*Gaea*, III, 1934, págs 259-290)

⁹ Nos cortes da estrada de Caraguatatuba, filões de quartzo ou de diabase atravessam às vezes, guardando sua aparência, 20 m de espessura de laterito; o diabásio forma somente pequenas bolas

a ação das águas de infiltração numa temperatura elevada; enquanto que a camada laterítica se empobrece pela lixiviação dos álcalis e da sílica, incorporação por hidratação de uma forte proporção de água e enriquecimento em ferro.¹⁰ Para que o movimento cessasse, seriam precisos numerosos meses de seca; algumas semanas de dias bonitos não são suficientes para secar a base das vertentes; e o refluxo das soluções para a superfície serve apenas para enriquecer um pouco mais em ferro o topo da zona laterítica. Diante do panorama das grandes vertentes arborizadas, é preciso imaginar a sua vida, dissolvem-se lentamente, perdendo sua substância para as águas que se originam a seus pés. Assim sendo, concebe-se que recuam paralelamente aos seus geradores, conservando uma inclinação relativamente forte, de maneira que a secção do vale se alarga cada vez mais.¹¹

A conclusão pode ser surpreendente. Não obstante, o poder dissolvente das águas tropicais foi assinalado muitas vezes e o que explica a raridade dos cascalhos nos rios, a rareza dos cones de dejeção e consequentemente dos terraços aluvionais. Nossas observações a esse respeito são confirmadas pelas de THORBECKE no Camerum, de BEHRMAN na Nova Guiné, de HAYES em Nicarágua.¹² As notações contrárias de BRANNER se referem ao interior do Brasil, onde as condições de clima são diferentes. Uma série de medidas engenhosas de W. FREISE precisam que, na serra dos Órgãos de Teresópolis, os nevoeiros dão até 50 g de água por metro cúbico de ar, com 15 a 18 mg de ácido carbônico e 19 de ácido nítrico por litro. O mesmo autor concluiu por dosagens repetidas das matérias em suspensão na água dos pequenos riachos, que há uma perda de 8 quilômetros por metro cúbico e por ano.¹³ Em todo caso, foi comprovado que, no cume do Pão de Açúcar, do Rio, a rocha sã, desnudada para as fundações do teleférico, recobriu-se em vinte anos com uma camada desagregada de 45 cm de espessura.

Não pretendemos que a dissolução seja o único fator de erosão das vertentes, mas é o principal e condiciona os outros. A cobertura laterítica deve obedecer à gravidade, tanto mais que está impregnada d'água e que a perda de substância por dissolução criou um solapamento que acelera o deslizamento grão a grão (*creep* dos americanos). Se nos faltam medidas precisas a esse respeito, as experiências feitas na construção das vias de comunicações são infelizmente muito frequentes. Nas curvas da estrada de Santos a São Paulo, os entulhamentos depois das

¹⁰ Sabe-se que o resíduo laterítico é uma mistura de argila (silicato de alumínio hidratado), e hidrato de alumínio e de ferro. Nos verdadeiros lateritos, a proporção de argila está reduzida no mínimo à metade. As lentes ou velos brancos são frequentemente caulins.

¹¹ Conclusões já expostas sumariamente: *Sur le modelé tropical au Brésil* (C. R. Ac. Sciences, 21 maio 1938, t. 206, pág. 926).

¹² F. THORBECKE, *Der Formenschatz im periodisch trockenen Tropenklime mit überwiegender Regenzeit* (Düsseldorfer Geogr. Vorträge, Bieslau, 1921). — W. BEHRMAN, *Die Oberflächenformen im feuchtheissen Kalmenklime* (Ibidem). — C. W. HAYES, *Physiography and geology of the region adjacent to the Nicaragua Canal route* (Bull. Geol. Soc. of America, X, 1899). — THORBECKE, em particular, assinala a ausência de detritos grosseiros e o vigor das vertentes de vales com fundo chato.

¹³ W. FREISE, *Brasilianische Zuckerhutberge* (Zeitschrift für Geomorphol., VIII, 1933). O mesmo autor observou nas florestas da Bahia (sem dúvida em superfície pouco inclinada) abaixamentos que correspondem a uma perda de substância de 10 a 30 m³, dando lugar à formação de turfa (*Erscheinungen des Erdfließens im Tropenwalde*, Ibid., 1935).

grandes chuvas obrigaram muitas vêzes a fazer importantes trabalhos; o mesmo na estrada de Petrópolis.

Nas grandes vertentes, o escoamento superficial não é desconhecido, mas parece limitar-se a valas pouco profundas cujos talvegues, nos quais a rocha é desnudada, quase que conservam o declive da vertente. É o que se pode ver freqüentemente nas encostas recobertas de florestas da serra do Mar. Nas regiões de relêvo menos acentuado, as reen-trâncias da curva de nível são devidas sobretudo aos deslizamentos da cobertura de detritos ao longo dos talvegues secundários. Se é impossível percebê-los nas grandes florestas, dêles tem-se a prova nos lugares em que o arroteamento é bastante recente para que o ravinamento tor-

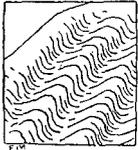


Fig 1 — Detalhe de um feixe de sulcos paralelos, com secção em U, na vertente florestal em declive de 25° - 30°, com altitude de 200-300 m, recentemente deflorestada

rencial não tenha ainda tido tempo de intervir, como nas colinas do Paraíba, ao sul de Resende ou nas vizinhanças da pequena cidade de Campos do Jordão. Encostas com declive de 30° aparecem estriadas por valas paralelas, cujo perfil transversal é em U, sem afloramento rochoso ao longo do talvegue (fig. 1). Essas valas podem, excepcio-

nalmente, grupar-se, esboçando como que uma bacia de recepção torrencial; mas, mesmo nesse caso, o modelado apenas age pelo deslizamento da

cobertura eluvial e dissolução mais ativa (fig. 2). Um pequeno vale em berço, com talvegue em declive de 5° a 10°, desemboca num vale importante por um cone muito achatado, prolongando seu fundo em deslizamento e fazendo concordância com o *plafond* do vale, freqüentemente entalhado em terraço (figura 3).

Tal é o aspecto geral. Não faltam exceções. Além dos grandes paredões rochosos mais ou menos verticais e sobretudo dos “pães de açúcar” de que voltaremos a falar, há aí certos entalhes entretidos ao pé dos grandes abruptos tectônicos, bem raros e dificilmente percebidos de longe. Há sobretudo o modelado sem características das superfícies mamelonares, quer a baixas altitudes, como entre o Rio e a base da serra, quer no nível da superfície pliocena a cêrca de 700 — 1 000 m, ou mesmo mais alto, na bacia do rio Grande.

Isso que descrevemos é o que nos pareceu o mais original, o modelado de uma montanha com degraus tectônicos, em que se fica surpreendido por encontrar os caracteres de maturidade associados aos de juventude. Sòmente os entalhes estreitos no alto das grandes vertentes correspondem ao primeiro estágio no ciclo de erosão que qualificamos de

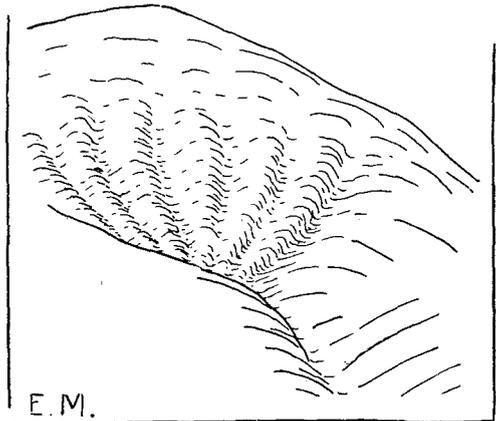


Fig 2 — Regos com secção em U, grupados em feixe convergente, aparência de bacia de recepção torrencial, mas pouco profunda e sem afloramento rochoso

“normal” e que estamos habituados a considerar em zona temperada. E’ apenas aí que a rocha está a nu na vertente muito escarpada em que são possíveis os desmoronamentos.

Logo que, pelo aprofundamento do talvegue, essa vertente adquiriu uma certa extensão, a decomposição química intervém, a floresta se instala, e os processos acima analisados entram em jôgo (fig. 4). Chega-se dêsse modo a um estado de equilíbrio (poder-se-ia dizer de maturidade) que não exclui nem a energia do relêvo nem a transformação constante. O equilíbric pressupõe a preservação do revestimento florestal, da cobertura laterítica e dos declives que não ultrapassam 30° a 35°. Em todos os lugares em que podem ser observados verdadeiros ravinamentos torrenciais, desabamentos e deslizamentos em grandes molhos, a sua origem é a intervenção humana; ela

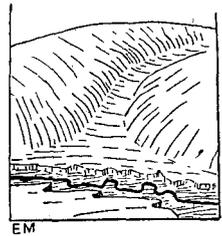


Fig 3 — Pequeno vale com fundo detritico em berço, dessembocando no vale principal por um cone achatado, cortado em terraço

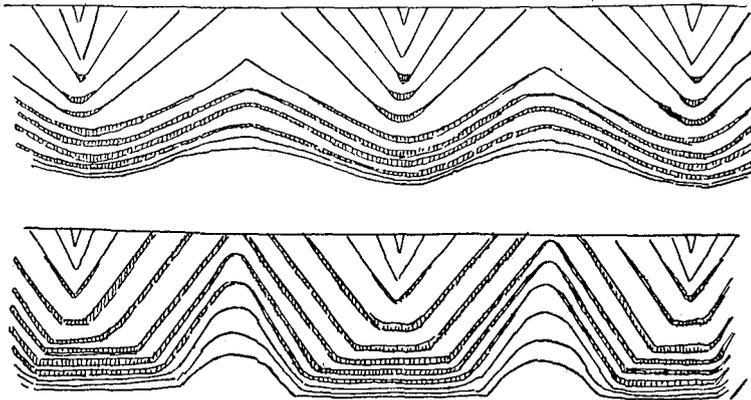


Fig 4 — Séries de perfis esquemáticos mostrando a evolução diferente das vertentes. Em cima, caso de erosão normal; desagregação e ravinamento ao menos tão importantes como a dissolução e o escoamento superficial; em baixo, erosão em país tropical úmido, dissolução e escoamento superficial ou deslizamento predominantes. A espessura da cobertura detritica (hachuriado) teve que ser exagerada; foi preciso renunciar a representá-la nos últimos perfis, próximos demais

rompeu o equilíbrio ao suprimir o revestimento florestal ou talar no relêvo para suas vias de comunicação, cortes com inclinação muito forte e desprotegidos.

Normalmente, o modela-

do de maturidade tropical deve continuar a evoluir. E’ evidente que o recuo das vertentes deve conduzir a seu recortamento e veremos mais longe que a formação dos “pães de açúcar” é um episódio que nesse momento, intervém em certas condições. Pôsto de parte êsse episódio, parece que a evolução se orienta para as formas de maturidade análogas às do ciclo dito normal. Entretanto, se o arredondamento do alto da vertente se apresenta com sua convexidade voltada para o céu, falta a curva inversa ao pé da vertente (fig 4). Pois a dissolução contrabalança o afluxo dos detritos pelo deslizamento,¹⁴ e o que subsiste é absorvido pela planície de aluviões finos que se torna cada vez mais extensa. Dêsse modo, se desenvolve êsse relêvo, todo em bossas e em vales úmidos, sendo encontrado a vários níveis e característico às

¹⁴ BRANNER viu bem êsse fato essencial (pág 268), se bem que fale de *talus slope*, misturando observações que se relacionam com o interior e alguns casos de entulhos rochosos no litoral.

antigas superfícies de erosão que atingiram uma maturidade bastante avançada. Estaremos longe de ter definido o ciclo de erosão do clima tropical úmido?

C — O MODELADO DO INTERIOR

Para além da Mantiqueira e dos degraus que a prolongam para a Bandeira, o modelado não muda menos que o clima e o tapête vegetal. Desnivelamentos mais fracos do que os das serras litoiâneas estão cortados por verdadeiras gargantas, em cujas vertentes a rocha aparece. garganta do rio Funil, de Ouro Prêto a Mariana, estrangulamentos sucessivos do rio das Velhas na descida para Belo Horizonte, etc . . Cones de dejeção pedregosos se estendem na saída dos vales secundários, como aquêlo pelo qual se sobe de Itabira para o pico do mesmo nome. Os leitos dos rios estão semeados de cascalho. Os terraços deixam de ser raros; dois dêles podem ser seguidos a 6-8 e 15-20 m acima do rio das Velhas, por mais de 50 km para montante de Belo Horizonte

Ravinamentos, que constituem exceção na zona das serras litorâneas, tornam-se freqüentes, e os desabamentos de blocos rochosos deixam de ser excepcionais.

BRANNER assinalou ravinamentos nas arenas de gnaiss e atribuiu sua origem aos caminhos de mulas ¹⁵ Porém a profundidade e a extensão dos barrancos ¹⁶ perto de Cachoeira do Campo e a paisagem quase desértica do planalto de Venda Nova, ao sul de Ouro Prêto, obrigam a procurar uma explicação natural.

A estrutura é com freqüência completamente diferente da que se encontra nas serras litorâneas; o clima é sempre diferente. Não é mais o domínio exclusivo das rochas feldspáticas, particularmente sensíveis à alteração laterítica. Na parte do Estado de Minas aqui considerada, os quartzitos da série dos micasquistos alimentam em cascalho os leitos dos rios. No oeste de São Paulo, os esquistos argilosos da série glacial, depois os arenitos réticos, dão lugar a solos argilosos ou arenosos, e a terra roxa produzida pelos *trapps* não tem nem a espessura nem a consistência da cobertura de arenas lateríticas.

Mas é sobretudo no clima que é preciso atentar. Uma estação sêca de quatro meses com índice de aridez inferior a 20 e umidade relativa média abaixo de 50, é bastante para que a descomposição química penetre menos profundamente e que a lixiviação seja substituída, durante parte do ano, por um refluimento das soluções que podem enriquecer em ferro e em sílica as camadas superficiais. O processo *iluvial* alterna com o processo *eluvial*. Formam-se crostas silicosas e mais ou menos ferruginosas, não sòmente sòbre as arenas lateríticas, mas sòbre os arenitos réticos e sòbre a poeira violácea, que se grudá depois da

¹⁵ MONBEIG assinalou-me vossolocas análogas nos planaltos areníticos, com vegetação de cerrado na direção de Barreto e Uberlândia

¹⁶ Equivalente a *Badlands*

chuva e que é uma resultante da decomposição dos *trapps*. A canga, tão rica em ferro, que é explotada como minério em Minas, couraça as vertentes de arenito do tipo itabirito.

Em presença dos panoramas de montanha da região de Ouro Preto ou ao pé da grande cuesta de Botucatu desenrolando seus festões e estendendo seus audazes morros-testemunhos acima da planície ondulada, não se tem mais a impressão de que êsses relevos se dissolvem como os degraus das serras litorâneas. Êles não escapam sem dúvida a êsse processo, mas a estação sêca lhes permite de aí resistir um pouco. Superficialmente endurecidos, êles são, entretanto, mais sensíveis às ações mecânicas e, quando a crosta, raramente espessa, é atravessada, os ravinaamentos trabalham à vontade.

O revestimento vegetal pode ter sido, sem dúvida, mais espesso e mais contínuo do que atualmente. Vê-se ainda a metalurgia com madeira devastar as florestas no Estado de Minas, e o avanço da colonização, que nitidamente deu lugar às plantações de café na grande depressão subsequente permiana e na cuesta de Botucatu, continua ao longo das vias férreas, que se estendem para oeste e norte do Estado de São Paulo. Porém a floresta atacada já era diferente da das serras litorâneas, menos densa, sem palmeiras, com forte proporção de espécies com fôlhas caducas, epífitas e cipós xerófilos. Isso pôde ser avaliado quando se penetra nas galerias de florestas que acompanham as ramificações dos talvegues. Essa mata podia mesmo passar, nos lugares altos, mais secos, a uma formação ainda mais mirrada, aproximando-se da capoeira que se estabelece, atualmente, bastante depressa, nas chapadas areníticas ou nos morros com subsolo de esquistos metamórficos abandonados pela cultura. Concebe-se que a desapareição da cobertura contínua de floresta densa acarreta necessariamente uma outra vida do solo, uma morfologia em que a erosão mecânica tem um papel menos apagado. A comparação pareceu-nos sobretudo boa para esclarecer a originalidade do modelado da zona das serras litorâneas.

Os dois domínios não estão evidentemente separados por um limite bem marcado, e as transições, e mais ainda, sem dúvida, os bruscos saltos devidos a circunstâncias locais que criam anomalias aparentes, são instrutivos como experiência natural.

Entre o bordo do degrau da serra do Mar e a frente da Mantiqueira, o clima pode ser menos úmido, o período sêco já um pouco mais aparente. Os micasquistos e mesmo os gnaissees com grã fina dão lugar a uma arena argilosa. Quando se juntam essas duas circunstâncias, são mais aparentes os efeitos do deflorestamento, os cortes das estradas na arena rubificada podem manter-se com inclinações surpreendentes, graças ao endurecimento rápido da superfície nua.¹⁷ Mas as grandes chuvas chegam a romper a crosta ainda tênue e é curioso o espetáculo da réde de cavernas rapidamente solapadas, até que tudo desaba brusca-mente. Mesmo depois de meio século de deflorestamento as vertentes do

¹⁷ W. FREISE, que procurou enumerar quase todos os fenômenos naturais, indica que uma amostra de arena lateítica talhada com a enxada, adquire em algumas semanas a consistência do tijolo, em três a cinco anos a dureza 3-4 da escala de Moss (*Bodenverkrustungen* . . ., loc. cit.).

Paraíba do Sul em Queluz parecem ainda manter-se, porém a arena argilo-laterítica desliza em tôda parte e às vêzes uma série de fendas em arco de círculo marca o ponto de partida de um derrame entumescido (estampa V,B). No vale do Buquira, vêem-se cafêzais, estabelecidos em declives de 30°, ravinados por valas que se parecem organizar em pequenas torrentes

É tal a sensibilidade do modelado tropical às variações locais do clima que se pergunta se as variações no tempo não complicaram sua evolução. Isto é muito provável, e sem dúvida o *facies* morfológico do interior seria ainda mais diferente do da zona das serras litorâneas se o Quaternário, e sem dúvida a maior parte do Terciário, não tivessem, conforme aparenta, feito reinar durante algum tempo um clima mais úmido do que atualmente. Questão delicada, à qual voltaremos depois de ter tratado do caso particular dos “pães de açúcar”, e do modelado das altitudes que ultrapassam 2 000 m.

D — OS “PÃES DE AÇÚCAR”

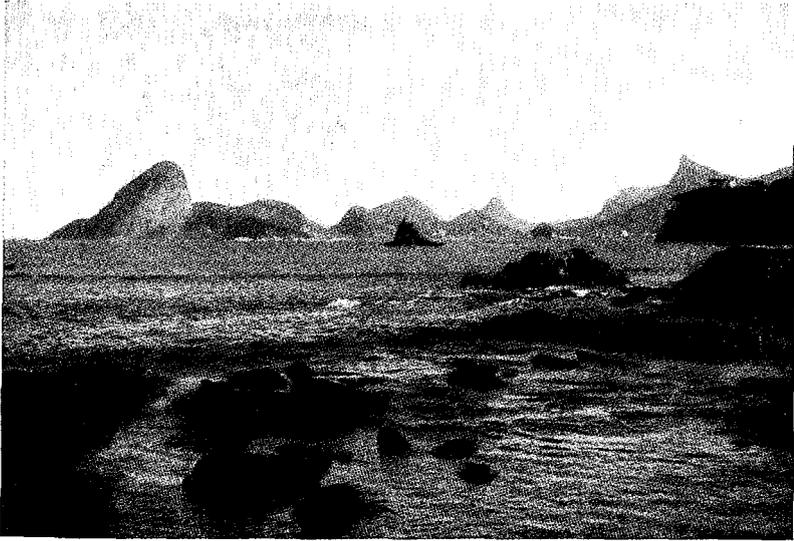
Escreveu-se mais sôbre os “pães de açúcar”, cujo protótipo é o famoso Pão de Açúcar do Rio, do que sôbre qualquer aspecto da morfologia do Brasil.¹⁸ Os mais conhecidos, os mais fãcilmente visíveis aparecem na costa, e certos autores invocaram a erosão das vagas para explicar seus declives vertiginosos. Entretanto, de modo algum êles faltam no interior. A maioria dos picos da região de Petrópolis e da serra dos Órgãos, a começar pelo Dedo de Deus, são bossas cônicas, mais ou menos agudas. Na própria Mantiqueira, o Selado, a Pedra do Baú, etc., têm o mesmo perfil fantástico; mais longe ainda, os degraus que marcam a linha divisora de águas entre o Paraíba e o rio Grande, e mesmo a plataforma ondulada da bacia superior dêsse grande curso d'água, estão semeados por pústulas nas vertentes surpreendentemente escarpadas. Nas montanhas do Estado de Minas, nas vizinhanças de Ouro Preto, o Itabirito é um verdadeiro “pão de açúcar”; o Itacolomi exagera e vai até ficar suspenso, com muitas dezenas de metros de avanço

É inútil insistir. Êsses relevos estranhos nada devem à erosão marinha; parece também que não são característicos à zona das serras litorâneas.¹⁹ Sem dúvida fazem aí mais efeito, alçando-se acima do revestimento florestal, pelos abruptos vertiginosos que surgem acima dos declives regulares.

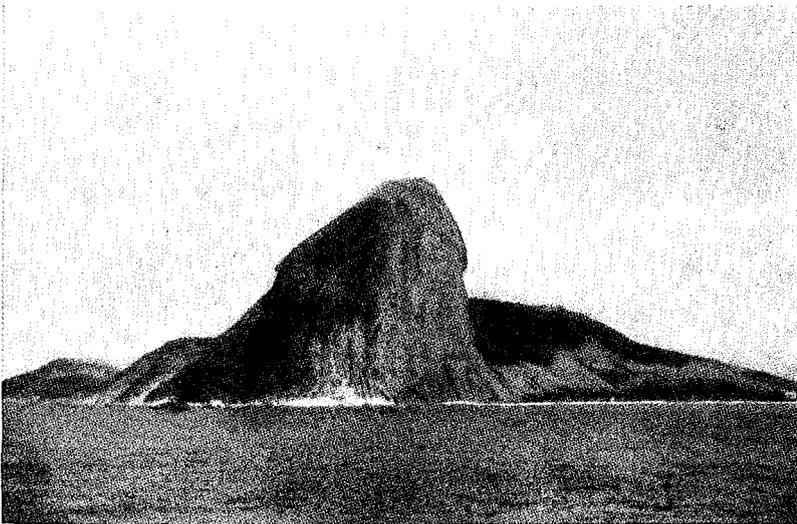
Parece, que dever-se-ia concluir que a formação das pústulas rochosas com encosta muito escarpada, atingindo, senão mesmo ultrapas-

¹⁸ A citar particularmente: J. BRANNER, *Decomposition of rocks in Brazil*. — O. MAUL, *Vom Itatiaia zum Paraguay* — W. FREISE, *Brasilianische Zuckerhutberge*, loc. cit. — EMM. DE MARTONNE, *Sur la formation des pains de sucre au Brésil* (*C. R. Ac. Sciences*, 1939, t. 208, pág. 1 163)

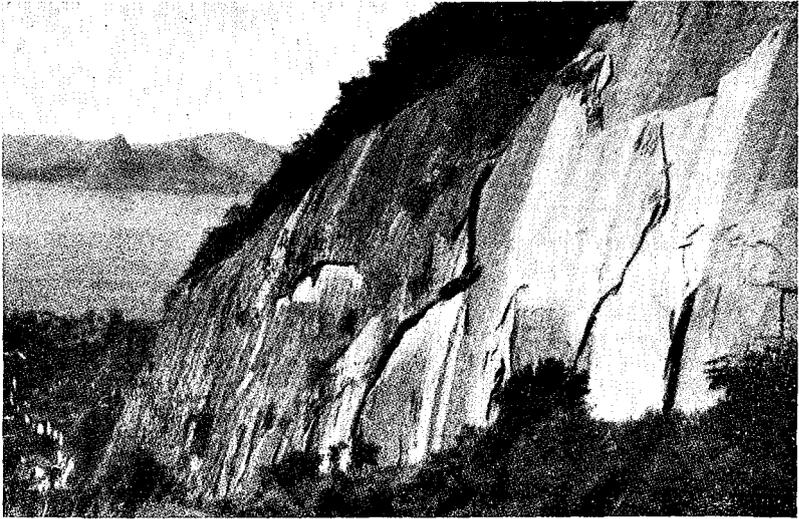
¹⁹ Não são absolutamente às regiões tropicais em geral. O grande domo do Yosemite na Califórnia não seria encontrado no Brasil; apariências análogas podem ser notadas nos maciços cristalinos dos Altos Alpes, mesmo na Noruega. Entretanto, nas altitudes elevadas, tratam-se de casos excepcionais, realizados graças a um jôgo de circunstâncias em que inteivêm localmente fatores muito mais comumente ativos nas regiões tropicais. Do mesmo modo, há dunas e paredões rochosos com alveólos, mesmo sem ser nos desertos



A — CONJUNTO DE DOMOS NA ENTRADA DA BAÍA DO RIO.
Vista tomada da praia de Niterói Da esquerda para a direita, o Pão de Açúcar, os moiros dos Cabritos, a Gávea (cume achatado) e a agulha do Corcovado



B — O PÃO DE AÇÚCAR NA ENTRADA DA BARRA DO RIO DE JANEIRO.
Perfil dessimétrico, "surplombs" nos dois lados



A — DESQUAMAÇÃO NO MORRO DE SANTA TERESA (RIO DE JANEIRO)



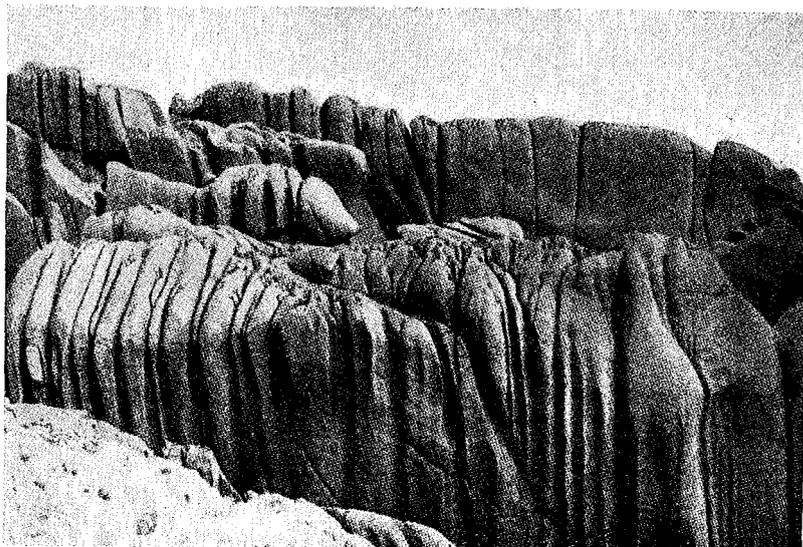
B — DESLIZAMENTO DA ARENA LATERÍTICA ARGILOSA, PERTO DE QUELUZ
Exemplo de um relêvo de maturidade depois do deflorestamento



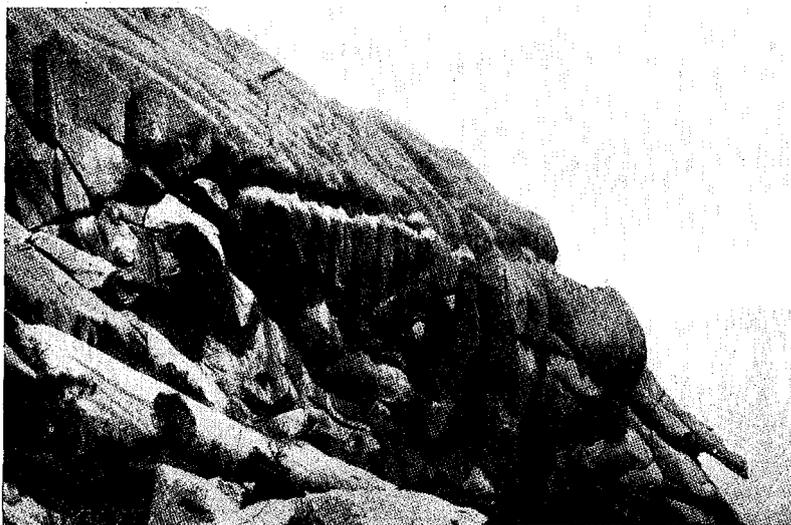
A — PATAMAR DA LAGOA BONITA (MACIÇO DO ITATIAIA), 2 350 metros
Antigo lago atrás da baneira de rochas encarneiradas, decompostas em bolas



B — CÚPOLAS DE DECOMPOSIÇÃO QUÍMICA SÔBRE BOLAS DE SIENITO, ACIMA DE
LAGOA BONITA (MACIÇO DO ITATIAIA)



A — GRANDES CANELURAS DE EROSÃO NO SIENITO, PERTO DO CUME DAS AGULHAS NEGRAS (2 700 metros), NO MACIÇO DO ITATIAIA
Afastamento de 0,50 a 3 metros. Notar os buracos redondos na origem das caneluras na superfície em declive mais fraco



B — FORMAS DE EROSÃO DOS PAREDÕES DE SIENITO DAS AGULHAS NEGRAS
A esquerda, no primeiro plano, as bustos de dois metros de altura, dão uma idéia da escala dos acidentes que estão atrás, a 30 - 50 metros de distância

sando, a vertical, com um desnivelamento de muitas centenas de metros,²⁰ é possível tanto no clima tropical úmido como no clima tropical com período sêco; a menos que, nascidas num desses dois climas, não tenham sobrevivido a uma mudança bastante recente, e nesse caso dever-se-ia assistir à alteração de seus caracteres, senão mesmo ao seu desaparecimento.

O mais profundo dos ensaios sobre os “pães de açúcar” é o de FREISE, entretanto parece ser impossível aceitar sua conclusão essencial: a base elítica e a dessimetria do perfil longitudinal, que constituem um caráter muito geral desses relevos, estariam relacionados com o clima, o declive mais escarpado sendo o exposto ao vento, o menos abrupto o de sotavento; um, menos irrigado pela chuva por causa do redemoinho, deteriorado pela umidade atmosférica em pequenas escamas e em arena; o outro, desagregado em escamas espessas e em grandes blocos. Apesar dos detalhes muito precisos e mesmo das avaliações numéricas sobre a ação desses diferentes processos, os fatos não parecem estar de acordo com a teoria.²¹ A dissimetria não se observa somente na direção do eixo maior, mas também na direção perpendicular,²² a explicação climática não pode ser válida para os dois casos. Além disso, o alongamento não é sempre no sentido dos ventos dominantes, o abrupto principal não é sempre fronteiro ao vento, enquanto que quase não há casos em que os dois fenômenos não estejam relacionados com a estrutura. De resto, as observações, muitas vezes preciosas de FREISE, como as da maioria dos autores, não tocam no ponto essencial do problema. Visam explicar como se destroem esses relevos, não como nasceram.

Na realidade, os “pães de açúcar” são relevos residuais do tipo *Inselberg*, notáveis pela nudez de suas vertentes superescarpadas e sua secção pseudo-elítica. A dessimetria segundo os dois eixos faz com que se lamenta não ter escolhido uma denominação diferente da de “pão de açúcar”. A palavra “corcovado”, que lhes é aplicada com frequência,²³ conviria melhor. São bossas alongadas, que a destruição, por uma desagregação muito ativa, pode transformar quase em “pão de açúcar”, como o Pão de Açúcar, ou mesmo em coluna, em dedo, como o Dedo de Deus de Teresópolis.

Todo relêvo residual deve ser relacionado com a estrutura e com a rede de talwegues que guiaram a erosão. As bossas mais ou menos vizinhas da forma de “pão de açúcar” dão freqüentemente a impressão, olhadas normalmente a seu eixo maior, de uma *crêt* monoclinal. Tem-se exatamente essa impressão no Itabira, no Itacolomi, confirmada freqüen-

²⁰ O Pão de Açúcar do Rio se eleva diretamente acima do mar a 390 m. A maior altitude relativa que foi medida é a do Itapemitim, perto de Cachoeiro, no Espírito Santo, que atinge 550 m. Ai há ilhas em “pão de açúcar” cujo abrupto mergulha ainda cerca de uma cinqüentena de metros, no mínimo, sob as ondas.

²¹ Além das observações que pude fazer num número bastante grande de relevos do tipo “pão de açúcar” nas serras litorâneas, creio basear-me na representação muito precisa que lhes é dada pela bela carta do Distrito Federal e mesmo na que é encontrada nas cartas a 1:100 000 do Estado de Minas, onde esses relevos anormais sempre surpreendem o topógrafo.

²² Pode-se mesmo reconhecê-lo no Pão de Açúcar, quando se o contempla em avião, ou simplesmente na saída do navio do Rio para Santos.

²³ Não somente perto do Rio, mas em vários pontos da serra do Mar (principalmente perto de Caraguatatuba) e também no interior.

temente nas cadeias cristalinas litorâneas, nas quais BRANNER já havia notado que os gnaisses (particularmente os gnaisses lenticulares) têm o monopólio dos “pães de açúcar”, e em que as faces perfeitamente verticais, como no Dedo de Deus e no Corcovado do Rio, são planos de falha.

Quando o cume, em lugar de ser arredondado, como o é na maioria dos casos, tem a aparência de uma plataforma parcialmente suspensa, como na Gávea²⁴ perto do Rio, ou na Pedra do Baú na Mantiqueira, trata-se de gnaisses sub-horizontais dos quais um banco mais resistente forma como que um solidéu. Tôdas as bossas — “pães de açúcar” derivam de massas menos sensíveis à decomposição química e à desagregação mecânica. Mas é preciso ainda, que essas massas sejam encontradas numa situação que permita sua libertação mais ou menos completa: entre dois talwegues, numa grande vertente, de maneira a serem atacadas dos dois lados, ou, como é o caso mais freqüente, na extremidade de uma crista, de maneira a serem atacadas de três lados. Aquelas que aparecem completamente isoladas, acima dum relêvo ondulado, são as últimas testemunhas de uma superfície de erosão mais antiga.

Massa mais resistente, geralmente apresentando-se como um banco inclinado ou cortado por uma falha, exposta à desnudação em duas ou três faces, eis o ponto de partida da formação das bossas — “pães de açúcar”, num relêvo submetido a um rejuvenescimento bastante vigoroso, em que os desnivelamentos devem ter sido ou devem ser ainda superiores ao *commandement* da bossa, uma vez formada. A cobertura de areias, menos espessa na massa resistente, pode, nessas condições, ser rapidamente desbastada, uma vez desnudada a rocha, oferecem-se novas possibilidades à erosão, as quais são quase idênticas no clima tropical úmido, onde o desnudamento pode ser retardado, e no clima tropical com estação seca, em que ela parece dever ser mais precoce, contudo talvez sejam mais eficientes no primeiro caso, considerando a umidade constante.

Foi quase unicamente êsse ataque à rocha nua que foi estudado; e FREISE em particular, acumulou tantos pormenores que quase não é necessário a eles voltar. Os fatos são aliás os mesmos em todo lugar em que existem paredões de rocha desnuda, nos flancos dos morros dos subúrbios do Rio, em que se observa o comêço das caneluras verticais partindo dos tufos de plantas gordas, aninhadas no alto da encosta, e as lascas da descamação (estampa V, A), do mesmo modo que nos grandes abruptos dominando a concha de Teresópolis, representando planos de falhas desnudadas, e onde as caneluras, enegrecidas pelos líquenes, parecem ainda mais profundas. Atacada pela dissolução química, especialmente ativa quando as nuvens ou o nevoeiro a banham diretamente, e pela desagregação em escamas, processo mecânico provocado sobretudo pela hidratação,²⁵ a bossa rochosa aparece cada vez mais e se desmancha,

²⁴ Já assinalado por BRANNER para a Gávea

²⁵ Sem querer discutir aqui as condições da descamação ou esfoliação, é preciso declarar claramente que a ação térmica, que certamente pode ter um papel, não é a mais importante, como o acreditava BRANNER. A expansão dos feldspatos pela hidratação é o seu ponto de partida e o motor, como bem viram BLACKWELDER, (*Esfoliation as a phase of rock weathering, Journ. of Geology*, XXXIII, 1925, págs 793-806), RUELLAN (*Décomposition du granite à biotite au Japon*,

pela desagregação; seus próprios detritos, tornados cada vez mais miúdos pela decomposição química, não estão em condição de proteger-lhe a base

A distribuição dessas formas curiosas, que não fazem falta no interior, mas que aí raramente se apresentam tão agrupadas como na zona das serras litorâneas, pode, pois, ser explicada considerando-se apenas o forte relêvo dessa última região e o lugar aí ocupado pelos gnaisses. Não é impossível que sua elaboração tenha começado durante um período de clima menos úmido no Quaternário; ²⁶ porém uma umidade maior poderia apenas favorecer o afinamento das pústulas rochosas, já desnudadas. Existem formas análogas na África ocidental onde foram descritas sob o nome de domos. ²⁷ Não se limitam ao Sudão, mas estão espalhadas até a zona de clima guineense, onde o relêvo é bastante enérgico. ²⁸

E — A ALTA MONTANHA

Pode surpreender o fato de se tratar de alta montanha num país tropical em que os maciços mais elevados não atingem 3 000 m. Não obstante, o Itatiaia, ultrapassado de cerca de 100 m pelo pico da Bandeira, oferece ocasião para uma verdadeira escalada alpina e é certamente muito limitado o número de sábios que fizeram sua ascensão. ²⁹ Este estranho deserto de pedras, com seus paredões estriados por caneluras com muitos metros de profundidade, bloco cristalino oferecendo o aspecto de um maciço dos Dolomitos, é todavia uma exceção. O pontão da Bandeira, que apenas conheço por fotografias, parece ser um domo sem acidentes do mesmo gênero. Os cumes de 2 200 e 2 500 m da Mantiqueira e da serra do Mar de Petrópolis, são, em geral, bossas mais arredondadas do que os “pães de açúcar” situados mais abaixo. Nota-se, às vezes, a cerca de 2 000 ou 2 200 m uma topografia ondulada sem acidentes marcantes, cujos talvegues estão suspensos acima dos grandes vales vizinhos.

Os autores que notaram essas formas consideram-nas geralmente como o produto de uma desnudação local ³⁰, cujos processos não estão explicados, desnudação que seria especial ao clima tropical, acima da

C. R. *Congrès International de Géogr.*, Paris, 1931) e o próprio FREISE. Tem-se a sua prova, no Brasil, na formação das escamas sob muitos metros de espessura de areia (pode ser observado na nova rodovia para o Corcovado do Rio)

²⁶ Os “pães de açúcar” formam toda uma série de pequenas ilhas escaipadas, mergulhando seus paredões abruptos até profundidades de 50 m à direita da entrada da baía do Rio, perto das ilhas Alcatrazes, etc. Antes de sua imersão, certamente muito recente, a fiente do mar estando mais longe e para leste, o clima podia ser menos úmido

²⁷ H. HUBERT, *Contribution à l'étude de la géographie physique du Dahomey*, Tese ciências, Paris, 1908

²⁸ P. LECOUX, *Le Massif de Man* (Costa de Marfim), estudo de geologia petrográfica (*Bull. Serv. des Mines de l'A. O. F.*, Dakar, 1939), descreve um maciço cristalino de mais de 2 000 m, cujas fotografias e desenhos panorâmicos publicados lembram as montanhas de Teresópolis (com o Dedo de Deus) ou do Rio (com o Corcovado e mesmo a Gávea)

²⁹ O cume principal (Aglulhas Negras), dominando de cerca de 600 m um relêvo encanelado, só pôde ser aboirdado por uma chaminé de 350 m, cujo acesso se faz por lajes com inclinação de 45°, cortadas por caneluras de “lapidez” com profundidade de 50 cm a 1 m. A chaminé, bastante larga, é muitas vezes barrada por amontoamentos que é preciso atravessar rastejando ou por enoimes blocos presos como cunhas, obrigando a elevar-se verticalmente uma dezena de metros. A rocha com grã bastante grosseira é felizmente sempre sã e, para um pai de alpinistas exercitados, espartenhas e corda, a escalada parecia relativamente fácil

³⁰ O MAUL (obra citada) particularmente, mas também PRESTON JAMES, *The surface-configuration of SE Brazil*, loc. cit

floresta. Mas como falar de clima tropical nessas altitudes superiores a 2 000 m, com um inverno de três meses tendo uma média inferior a 10° e mínimos de — 5° a 10°, enquanto que a média do mês mais quente não atinge à 14°? Essas condições térmicas, que se aproximam das de um clima temperado oceânico, excluem a decomposição química profunda que cria as arenas lateríticas, ao mesmo tempo que a grande floresta densa. A oeste da Mantiqueira, em tôrno de Itapeva, que atinge apenas 2 000 m, o fundo dos pequenos vales suspensos acima do abrupto, caindo na planície do Paraíba, mostra uma terra amarela, às vêzes mesmo negra, ácida. No maciço de Itatiaia pode ser colhida uma verdadeira turfa no fundo chato das largas depressões, com acompanhamento de plantas que lembram a montanha européia, Ciperáceas, Juncos e Carex perto dos charcos d'água, Violetas, Rainúnculos, Polígalas, Gerânios, Salvas nos lugares menos úmidos.³¹

A originalidade do clima dessas altitudes está no regime das precipitações, em que o período sêco é muito mais marcado do que nas altitudes inferiores. É sômente isso que revela a situação tropical; mas a aridez realmente acentuada dos meses de inverno, permitindo mesmo a deflação, se opõe ainda mais às condições das grandes vertentes florestais, acima das quais se elevam os cumes de pedra nua.

A fraca energia do relêvo das altitudes entre 1 700 e 2 000 m a oeste da Mantiqueira, entre 2 000 e 2 300 m no maciço de Itatiaia, só nos parece explicável pelo reconhecimento aí feito dos restos de uma superfície de erosão que alcançou uma maturidade avançada, que foi trazida às altitudes atuais e separada do nível de base geral pelos movimentos de solos terciários. São as partes mais levantadas de nossa alta superfície dos campos. Ligeiramente retocada pela mordedura dos ciclos de erosão mais recentes a oeste da Mantiqueira, adquiriu um *facies* particular no Itatiaia, em parte por causa da matéria na qual ela foi preparada, em parte por causa dos resíduos de erosão (*monadnocks* ou *inselbergs*) que a dominavam.

O caso do Itatiaia merece que aí nos detenhamos particularmente. A topografia do planalto mamelonar não é menos curiosa do que a paisagem fantástica das cristas culminantes. Em nenhuma parte há algo de comparável às muralhas cinzeladas pelos *lapiez* gigantes das Agulhas Negras, porém, também nada que se assemelhe às bossas cobertas de grandes bolas de pedra, alternando com as depressões fechadas de fundo chato, úmido e turfoso, onde brilha às vêzes o espelho de um lago (estampa VI, A).

É o único lugar em que um poderoso batolito de sienito alcançou semelhantes altitudes.³² A natureza da rocha e a atmosfera da zona que a banha, deveriam explicar a originalidade do modelado, admitindo-

³¹ Ver E. ULE, *Relatório de uma excursão botânica feita na serra do Itatiaia* (Rev. Mus. Nac., Rio de Janeiro, 1895)

³² A petrografia do Itatiaia foi estudada por A. R. LAMEGO, *O maciço do Itatiaia e regiões circundantes* (Serv. Geol. e Min., Rio de Janeiro, Bol. 88). O conjunto bastante homogêneo, corresponde à definição do foiaito estudada por DERBY em Cabo Frio, tipo plutônico de um magna alcalino nefelínico, do qual o fonolito representa o tipo efusivo. Os grandes cristais de ortósis são característicos, a hornblenda é o elemento ferro-magnésiano. Nas Agulhas Negras, aparece quartzo em pequenos cristais.

se a elaboração prévia, em altitudes mais baixas do que hoje, de um relêvo ondulado — dominado de 500 a 700 m pelos resíduos de erosão³³ Uma rocha granulosa, essencialmente formada por feldspatos alcalinos, deve ser particularmente sensível à decomposição por hidratação, a qual não é interrompida pela secura do ar no inverno, coincidindo com baixas temperaturas. As violentas chuvas de tempestade, às vezes acompanhadas de granizo, varrem a arena; o vento se encarrega do que poderia restar nas encostas expostas. Pode-se explicar a nudez das massas culminantes e as caneluras idênticas às dos *lapiez* calcáreos. As mais profundas, isolando lâminas cuja crista está esculpida por pequenos regos de dissolução (estampa VII), parecem orientadas por diaclases normais ao teto do batolito, do qual a superfície atual não estaria longe.

Se as caneluras cedem lugar a campos de bolas e a depressões fechadas pantanosas em todo planalto ondulado e particularmente do lado das prateleiras, é sem dúvida devido ao relêvo antigo muito menos acidentado, sobre o qual o escoamento superficial e a deflação têm menos poder.³⁴ Mas como teria esse relêvo adquirido esse singular modelado geral do qual não conhecemos nenhum outro exemplo no Brasil?

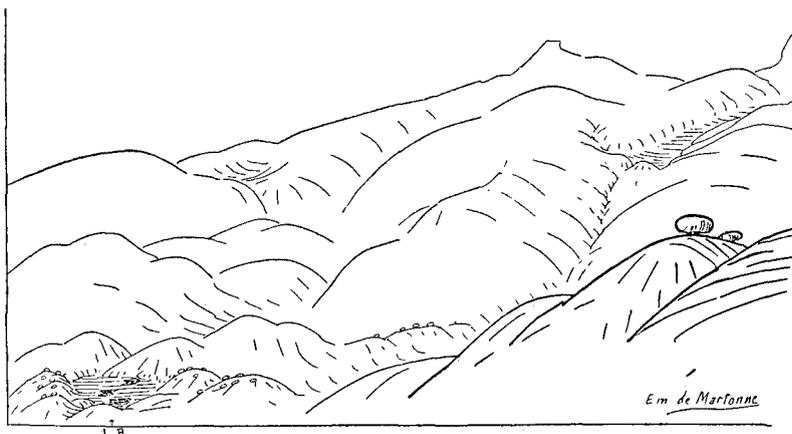


Fig 5 — Vista panorâmica sobre as prateleiras do maciço de Itatiaia Esbôça tomado à entrada inferior da grande chaminé das Agulhas Negras. À direita, vale suspenso particularmente característico; à esquerda, a bacia da lagoa Bonita (L B) e seu ferrolho

Não se trata apenas da decomposição em bolas, mas do verdadeiro caos das bossas rochosas e de depressões fechadas turfosas, estas últimas freqüentemente alinhadas ao longo de um talvegue que é cortado por bruscos ressaltos e barras lembrando um *ferrolho*. De um rosário de depressões fechadas a outro, o desnivelamento é às vezes tal, que se tem a impressão de um pequeno vale suspenso (fig 5). Quando enfim atinge-se um colo divisor de águas ou sai-se da chaminé das Agulhas Negras, ao estender-se a vista para a vertente de Minas, descobrem-se

³³ A interpretação das massas culminantes como sendo *monadnocks* é apoiada no fato do quartzo aparecer à medida que se aproxima o cume, conforme a teoria de Backlund (*On the mode of intrusion of deep seated alkaline bodies, Bul Geol Inst Upsala, 1933*), segundo a qual um magna alcalino intrusivo num maciço cristalino pode, à medida que se aproxima da parte superior, carregar-se de quartzo. O sienito granítico das Agulhas Negras poderia ser considerado como mais resistente.

³⁴ As bolas estão às vezes ligeiramente "lapiezadas" ou escavadas por cúpulas como os blocos graníticos de Ploumanach ou de Pennarch na Bretanha, que estão ao alcance dos "embiuns" (salpicos) e a prova é que a decomposição química começa a atacá-las atualmente.

os vastos circos de fundo pantanoso onde nascem o rio Aiuroca e o rio Prêto.³⁵

Não há nenhuma dúvida de que, se todos êsses aspectos aparecessem numa montanha cuja situação geográfica fôsse tal, que a existência de geleiras no Quaternário tivesse sido certa, reconhecer-se-iam aí todos os caracteres da topografia glaciária. Nenhum dos visitantes do Itatiaia parece ter pensado nisso.

A única alusão feita a uma glaciação quaternária do Brasil foi o engano do eminente zoólogo AGASSIZ em presença do caos de bolas da Tijuca perto do Rio de Janeiro, que não tem, evidentemente, nada a ver com uma moraina. Pode-se hesitar diante de um novo passo em falso... Não possuímos infelizmente nenhuma imagem topográfica exata do maciço de Itatiaia; ³⁶ à decomposição em bolas se ajunta a espessura da cobertura florestal nos declives inferiores a 2 000 m para afastar tôda esperança de identificar um verdadeiro depósito morainico. A degradação dos vales transformados em rosários de depressões fechadas seria devida a um processo lembrando a carstificação? Aparências análogas foram notadas nos maciços graníticos da Europa mediterrânea e sub-mediterrânea,³⁷ porém aí faltam as gargantas ligando as depressões fechadas. É difícil invocar ao mesmo tempo um falso *carst* e um falso glaciário.

Segundo os dados meteorológicos, a temperatura média anual varia de 11° a 7°, do limite da floresta ao cume. Com uma baixa de 6° a 7°, correspondendo à que é admitida como fator das glaciações quaternárias na zona temperada, o cume seria quase que tangente ao limite das neves eternas. Levando-se em conta a abundância de precipitações que pode abaixar êsse limite, deve-se considerar como muito provável que um modelado de nivação, senão mesmo de glaciação, tenha deixado suas impressões no alto Itatiaia. A nivação seria suficiente para explicar a decomposição dos antigos vales maduros em rosário de depressões fechadas que devem ter tido cada uma o seu lago; ela ajudaria mesmo a compreender a extraordinária profundidade dos sulcos que talham as Agulhas Negras pela ação várias vezes repetida das águas que se fundem. A existência de verdadeiras geleiras, limitadas sem dúvida a alguns quilômetros quadrados, explicaria os degraus dos vales suspensos, o encarneamento de seu bordo, o perfil côncavo de uma surpreendente regularidade que são oferecidos pela base das vertentes rochosas e os colos da linha divisora de águas, enfim, pelos vastos circos da vertente de Minas. Explicaria ainda o fenômeno anormal de uma seqüência de aluviões grosseiros (compreendendo blocos cúbicos) que descem do vale do Maromba, cortado em terraços, e vêm se estender à saída no Paraíba, na direção de Homem de Melo, em um vasto cone de dejeções cortado pelo rio.

³⁵ São depressões fechadas de 2 a 3 km², separadas por cristas arredondadas e dominadas para montante por escarpamentos; fala-se de circos em casos semelhantes.

³⁶ Uma parte da vertente norte é representada na carta a 1:100 000 do Estado de Minas, fôlha n.º 12, Bocaina.

³⁷ P. BIROT, *Recherches sur la morphologie des Pyrénées orientales franco-espagnoles*, Paris, 1937, 3. parte, cap. V.

CONCLUSÕES

O estudo do modelado das montanhas que ultrapassam 2 000 a 2 500 m leva a admitir no Quaternário uma fase de clima sensivelmente mais frio. Impõe-se um recuo e devemos nos perguntar quais as conseqüências que dela resultaram para as zonas de altitudes inferiores. Lembremos que foi preciso distinguir: 1.º, a zona das serras litorâneas com relevos fortes, com clima tropical úmido, com vegetação florestal densa, com modelado determinado pela intensidade da decomposição química que dá um espesso manto de arenitas lateríticas, e parece apto para explicar a largura da secção dos vales, os fortes declives das vertentes, a raridade de aluviões pedregosos, dos terraços e dos cones aluviais; — 2.º, a zona do interior, com relêvo menos acentuado, porém apresentando mais acidentes devidos à erosão mecânica, gargantas, ravinamentos, terraços, cones de dejeção seca, solos detriticos menos espessos, com carapaças, uma vegetação florestal menos densa com folhas caducas e adaptações xerófilas.

Poder-se-ia perguntar — e a questão já foi levantada — se todos os fatos morfológicos constatados são o resultado do modelado que os climas atuais impõem.

O abaixamento da temperatura de 6º a 7º no Quaternário deve ter tido como conseqüência um recuo de 800 a 900 m, em altitude, do limite da floresta densa, mas também uma extensão em superfície dessa vegetação para o interior, em que a reduzida evaporação deveria tornar menos sensível a estação seca, menos ativo o processo iluvial nos solos detriticos, e menos eficazes os ataques da erosão mecânica. É provável que, se não tivesse sido assim, a demarcação entre as duas zonas fôsse mais nítida. Entretanto, não é provável que a alteração dos climas tenha aí evoluído diferentemente do que nos países tropicais africanos onde a existência de lagos permitiu, pelo estudo de seus depósitos,³⁸ constatar muitas oscilações para uma aridez ou uma umidade mais acentuada. Seria preciso, pois, contar com fases em que a floresta densa ganhou em altitude e perdeu em extensão. Já pressentimos que o desnudamento de muitas bossas, evoluídas depois para a forma de “pão de açúcar”, pôde começar nesse momento na zona das serras litorâneas. Poder-se-ia, talvez, também relacionar a êsse fato casos aberrantes como os grandes desmoronamentos e os altos paredões rochosos que às vêzes se apresentam a descoberto no traçado dos deslocamentos.

É difícil ir mais longe. Sem dúvida o Brasil tropical atlântico, em que mesmo no Plioceno não parece ter existido um período de aridez pronunciada, não oferece ocasião para constatações decisivas nessa ordem de idéias. É entretanto curioso notar que, mesmo nesse domínio, o papel do clima como fator do relêvo também aparece claramente e que se pode suspeitar da presença de variações recentes cuja amplitude foi certamente mais fraca do que, por exemplo, na África.

³⁸ L. S. B. LEAKEY, *East Africa Lakes* (*Geogr Journ.*, 1931, pág. 497) — L. B. WORTHINGTON, *The lakes of Kenya and Uganda* (*Ibid.*, 1932, págs. 79 e 275)

RESUMÉ

Dans ce second article, M DE MARTONNE, Directeur de l'Institut de Géographie de l'Université de Paris, Secrétaire Général de l'Union Géographique Internationale étudie les formes propres au modelé tropical. Les climats très sensiblement différents des seras littorales, des plateaux intérieurs et de la haute montagne sont ici les facteurs essentiels et après en avoir étudié le régime, l'Auteur en aborde les conséquences.

Dans les seras littorales, ce ne sont pas les "pains de sucre" qui sont les formes les plus importantes, mais la largeur du profil transversal des vallées "malgré la raideur de pente des versants". Ceux-ci reculent parallèlement à leur surface au lieu de former un V de plus en plus ouvert.

Un autre fait capital est l'absence d'accumulations de débris caillouteux au pied des grands escarpements où les cônes de déjections et les terrasses sont très rares. Cette zone des seras littorales au relief énergique mais drapé d'une végétation forestière dense est soumise à un climat tropical humide où l'action directe de la décomposition chimique donne une épaisse couverture d'arène latéritique qui perd constamment sa substance par des actions de dissolution. La vigueur de l'érosion dans la zone littorale enlève rapidement le manteau de débris et dénude les gneiss résistants qui forment les pains de sucre.

La zone de l'intérieur a non seulement un relief moins accentué, mais on y distingue l'action d'une saison sèche qui donne des sols détritiques moins épais, développe les carapaces de canga. La végétation y est moins dense que dans les forêts littorales, on y voit des arbres à feuilles caduques et des adaptations xérophiles.

L'érosion mécanique reprend l'avantage dans cette zone avec son cortège de "gorges, ravinements, terrasses, cônes de déjections". Les terres sont particulièrement ravonnées lorsque l'homme a dégradé les pentes par ses excavations dans les alluvions auifères et par ses plantations de café en sillons qui suivent la plus grande pente des collines.

Enfin reste le problème de la haute montagne où semble inscrite l'influence des glaciations quaternaires dans les formes nivales de Itatiaia.

M DE MARTONNE est amené à examiner les conséquences des variations climatiques depuis le Néogène, non seulement dans leurs alternances de périodes froides et chaudes, mais aussi de périodes sèches et humides qui affectent les unes et les autres les limites d'altitude et d'extension vers l'intérieur des grandes masses forestières comme aussi de certains processus d'érosion.

RESUMEN

En ese segundo artículo, DE MARTONNE estudia las formas que son características del modelado tropical. Los climas sensiblemente diferentes de las Sierras costaneras, de los altiplanos interiores y de la alta montaña son ahí los factores esenciales y después de haber estudiado su régimen el autor trata de sus consecuencias.

En las Sierras costaneras, las formas más importantes no son los pains de azúcar, pero sí la anchura del perfil transversal de los valles "apesar de la vigorosa declividad de las pendientes". Esas reculan paralelamente a su superficie, en lugar de formar una V cada vez más abierta.

Otro hecho capital es la ausencia de acumulaciones de detritus pedregosos al pie de los grandes escarpamientos donde los conos de deyección y las terrazas son muy raros. Esa zona de las Sierras costaneras, de relieve energético pero recubierta por una vegetación de mata densa es sometida a un clima tropical húmedo en que la acción directa de la descomposición química da lugar a una espesa cubierta de arena laterítica que constantemente pierde substancia en consecuencia de las acciones de disolución. El vigor de la erosión en la zona costanera saca prontamente la cubierta de detritus y desnuda los gneises resistentes que forman los pains de azúcar.

La zona del interior no tiene solamente un relieve menos accentuado, sino que ahí se distingue también la acción de una estación seca que da lugar a suelos detriticos menos espesos y desarrolla los carapachos de canga. La vegetación es ahí menos densa que en las matas costaneras; se encuentran árboles con hojas no perennes y adaptaciones xerófilas.

En esa zona la erosión mecánica recobra la ventaja con su acompañamiento de "gargantas, zanjones, terrazas, conos de deyección". Las tierras se presentan particularmente cortadas por zanjones porque el hombre ha destruido las pendientes con sus excavaciones en los aluviones auíferos y con sus plantaciones de café en surcos que siguen la mayor declividad de los montes.

Queda enfin el problema de la alta montaña donde parece estar inscripta la influencia de las glacitaciones cuaternarias en las formas nevosas del Itatiaia.

DE MARTONNE fué llevado a examinar las consecuencias de las variaciones climáticas desde el Neogenésico, no solamente en sus alternancias de periodos fríos y calientes, sino que también de periodos secos y húmedos que afectan, los unos y los otros, límites de altitud y de extensión para el interior de las grandes masas forestales, así como ciertos procesos de erosión.

RIASSUNTO

In questo secondo articolo, DE MARTONNE studia le forme caratteristiche della conformazione tropicale. I climi notevolmente diversi delle catene costiere, degli altipiani interni e dell'alta montagna costituiscono i fattori essenziali; dopo aver esaminato il loro regime, l'autore passa allo studio delle loro conseguenze.

Nella zona delle catene costiere, la caratteristica più importante non è costituita dalle forme a "pan di zucchero", bensì dalla larghezza del profilo trasversale delle valli, nonostante la forte pendenza dei versanti. Risalendo le valli, i versanti si mantengono press'a poco paralleli, invece di tendere ad avvicinarsi sempre più.

Un altro fatto rilevante consiste nella mancanza di accumulazioni di detriti pietrosi alla base delle grandi scarpate, in cui i conici di deiezione e le terrazze sono molto rare. Codesta zona delle catene costiere, di rilievo accentuato ma rivestita di dense foreste, è soggetta ad un clima tropicale umido, in cui l'azione diretta della decomposizione chimica produce uno spesso strato superficiale di sabbia lateritica, che perde continuamente materia per soluzione. L'intensità dell'erosione nella zona costiera asporta rapidamente la zona di detriti e lascia nudi i gneiss resistenti che formano i pani di zucchero.

La zona interna ha un rilievo meno accentuato; vi si distingue l'azione della stagione secca, che dà luogo alla formazione di suoli detritici meno spessi e favorisce le formazioni di conglomerati. La vegetazione è meno folta che nelle foreste costiere; si trovano alberi a foglie caduche e adattamenti xerofili.

In questa zona domina l'erosione meccanica, comparando nei suoi aspetti tipici: gole, scosciamenti, terrazze, conici di deiezione. Il terreno si presenta scosceso specialmente nei luoghi dove l'uomo ha distrutto i pendii con gli scavi nelle alluvioni aurifere e con le piantagioni di caffè nei solchi che segnano il maggior pendio delle colline.

Nell'alta montagna, infine, sembra manifestarsi l'influenza delle manifestazioni glaciali quaternarie, nelle forme nivali dell'Itatiaia.

DE MARTONNE esamina le conseguenze delle variazioni climatiche, a partire del Neogeno, considerando tanto le alternative di periodi freddi o caldi, come quelle di periodi secchi ed umidi, variazioni che influiscono sui limiti di altezza e di estensione verso l'interno delle grandi masse forestali, ed anche sui processi di erosione.

SUMMARY

In this second article, DE MARTONNE studies the forms that are characteristic of the tropical pattern. The greatly different climates of the coastal mountain ranges, of the plateaus in the hinterland and of the high mountain, are the main factors in such a pattern, and after having studied their regimen the author approaches their consequences.

On the mountain ranges of the littoral, the most important forms are not the so-called *sugar loaves*, but the width of the transverse profile of the valleys, "in spite of the vigorous slopes." They run back parallel to their surface, instead of forming a more and more opened V.

Another capital fact is the absence of accumulation of rock waste at the base of the huge scarpments, where both the alluvial cones and the terraces are very rare. This zone in the coastal mountain ranges, with a vigorous relief but covered with a thick forest vegetation, is subject to a tropical humid climate under which the direct action of chemical decay originates a thick cover of lateritic sand which is constantly losing substance due to dissolution actions. Erosion is so vigorous in the zone of the littoral that it rapidly takes away the detritus cover, and accounts for the denudation of the resistant gneiss that forms the *sugar loaves*.

The zone in the hinterland not only has a less conspicuous relief, but there one can distinguish the action of a dry season which forms soils of debris of lesser thickness and develops the regolith. There vegetation is not as dense as in the coastal forests, but trees with faded leaves and xerophytic adaptations are to be found.

On that zone the mechanical erosion recovers the advantage through its many "gorges, ravine formations, terraces and alluvial cones." Particularly ravined lands can be seen when man has destroyed the slopes by digging for alluvial gold and planting coffee in the furrows that follow the major inclination of the hills.

At last, there remains the problem of the high mountain where one would say is written the influence of the quaternary glacial processes in the nival forms of the Itatiaia.

DE MARTONNE was led to examine the consequences of the climatic variations from the Neogen, not only as regards their changes with alternating from cold periods to warm ones, but likewise in connection with dry and damp periods, both of which affect limits of altitude and extension towards the interior of the great forest masses, as well as certain cycles of erosion.

ZUSAMMENFASSUNG

In diesen zweiten Artikel studiert Dr. DE MARTONNE die Formen, die dem tropischen Modellierungen eigentümlich sind. Die Klimatas welche recht verschieden sind von denen der Küstenberge, der inneren Hochebenen und den Hochgebirge, sind hier die hauptsächlichsten Faktoren, und nachdem der Verfasser erst das respektive Regime studiert hat, erwähnt er die Folgen dieser Verschiedenheiten.

Bei den Küstengebüden sind nicht die Zuckerhüte die wichtigsten Formen, sondern die Breite des transversalen Profils der Täler "trotz der Stärke der Senkungen der Flüsse". Diese Täler ziehen sich parallelamente mit ihrer Oberfläche zurück, anstatt ein immer offeneres V zu bilden.

Ein anderer, sehr bedeutender Faktor ist die Abwesenheit der Anhäufungen steiniger Natur am Fusse der grossen Felsen, wo die Terrassen sehr selten sind. Diese Zone der Küstengebüde, von energischem Relief und mit dichten Wäldern besät, ist einem feuchten, tropischen Klima unterworfen, wo die direkte Aktion der chemischen Dekomposition (Zersetzung) eine dichte Decke laterischen Sandes erzeugt, welcher dauernd Substanzen wegen der Auflösungsaktion verliert. Die Stärke der Erosion der Küstengebiete fegt schnell die Decke von dem Staube frei und lässt die widerstehenden Gneisse kahl, welche dann ihrerseits die Zuckerhüte bilden.

Die Zone des Inneren hat nicht nur ein wenig betontes Relief sondern hier bemerkt man auch die Aktion einer Trockenzeit, welche ärmere und weniger dichte Böden erzeugt und die Charakteristik der "Cangas" entwickelt. Die Vegetation ist hier weniger dicht als in den Küstenwäldern; man trifft Bäume mit weichen Blättern und Xerophilischen Gewächsen.

In diesen Zonen gewinnt die mechanische Erosion die Vorzüge wieder, mit seinen Tälern, Erdbildungen und Hügeln. Die Erde ist ganz besonders umgewühlt wenn der Mensch die Abhänge zerstört, in seiner Suche nach Aluvial-Gold und wenn er Kaffeeanpflanzungen anlegt, die meistens den grösseren Abhängen der Hügel folgen.

Es bleibt zum Schlusse noch das Problem der Hochgebirge wo man noch den Einfluss der quaternären Zeit in den Formen des Itatiaias sieht.

DE MARTONNE hat dann noch die Folgen der klimatischen Verschiedenheiten untersucht, seit dem "Neogen" in seinen Änderungen der kalten und warmen Periode und auch der feuchten und trockenen Zeit, welche sowohl die Höhengrenze und Ausdehnungen nach dem Inneren zu wie auch gewisse Prozesse der Erosion beeinflussen.

RESUMO

En tiu dua artikolo DE MARTONNE studas la formojn, kiuj karakterizas la tropikan modeladon. La senteble malsamaj klimatoj de la marbordaj Montaroj (Serras), de la internaj ebenajoj kaj de la alta monto estas tie la esencaj faktoroj, kaj studinte ĝian reĝimon la aŭtoro atakas ĝiajn sekvojn.

Ĉe la marbordaj montaroj, la plej gravaj formoj ne estas la sukeikonusoj, sed la larĝo de la transversa profilo de la valoj, "malgraŭ la kruteteco de la deklivo de l'flankoj". Tiuj inversias paralele al sia supraĵo, anstataŭ formi iun V ĉiufoje pli malfermitan.

Alia ĉefa fakto estas la foresto de amasoj da ŝtonecaj ruboj apud la grandaj krutaĵoj, kie la elsputaĵaj konusoj kaj la terasoj estas maloftaj. Tiu zono de la marbordaj Montaroj, kun energia reliefo, sed rikoviita de vegetaĵo de densa arbaro kaj submetita al malseka tropika klimato, en kiu la iakta ago de la ĥemia malkomponado okazigas densan koviaĵon de "lateritika" areno, kiu senĉese perdas sia substancon dank' al dissolviĝoj. La eiozia vigleco ĉe la marborda zono rapide deprenas la koviaĵon el forĝetaĵoj kaj senvestaĝigas la rezistajn gnejsojn, kiuj formas la sukeikonusojn.

La zono de la internlando ne havas nur malpli intensan reliefon, sed tie distingiĝas la ago de malseka sezono, kiu okazigas malpli densajn forĝetaĵajn grundojn kaj kreskigas la "Carapaes de canga". La vegetaĵo estas tie malpli densa ol ĉe la marbordaj arbaroj kaj troviĝas arboj kun kadukaj folioj kaj kserofilaj adaptaĵoj.

En tiu zono la meĥanika eiozio regajnas la profiton kun ties sekvantaĵoj da "intermontoj, krutvaletoj, terasoj, forĝetaĵaj konusoj". La grundoj sin prezentas speciale plenaj de krutvaletoj, kiam la homo detruis la deklivojn per siaj fosadoj ĉe la orologia aluvioj kaj per siaj kaplantadoj en sulkoj, kiuj sekvas la plej grandan deklivon de la montoj.

Fine, restas la problemo de la alta monto, en kiu ŝajnas esti enskribita la influo de la kvaternaraj glaciĝoj je la neĝblankaj formoj de Itatiaia.

DE MARTONNE devis ekzameni la sekvajn de la klimataj varioj ekde la Neogeno, ne nur je ties alternadoj de malvarmaj kaj varmaj periodoj, sed ankaŭ de sekaj kaj malsekaj periodoj, kiuj aspektas, unuj kaj aliaj, limoj de alteco kaj etendo al la interno de la grandaj amasoj da arbaroj, ĉiel ankaŭ certa procedoj de eiozio.